

Einrichtung zum Verändern des Radsturzes eines Rades eines Kraftfahrzeuges

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Verändern des Radsturzes eines Rades eines Kraftfahrzeuges. Derartige aktive Sturzversteller verändern den Radsturz in Abhängigkeit von der jeweiligen Fahrsituation, beispielsweise bei Kurvenfahrt, Vollbremsungen oder Beschleunigungen.

Aus DE 103 49 159 A1 beispielsweise ist eine Führungsvorrichtung für ein Rad, insbesondere eines Kraftfahrzeuges bekannt geworden, mit einer Kreisbogenführung, deren Achse im Bereich der Schnittgrade zwischen Fahrbahnoberfläche und Radmittelebene liegt, wobei die Kreisbogenführung im Bereich des Radlagers verläuft. Diese Führungsvorrichtung kann bei zahlreichen bestehenden Radaufhängungen eingesetzt werden. Bei einer Relativverschiebung des Rades gegenüber der Kreisbogenführung wird der Radsturz manipuliert. Praxisnahe Ausgestaltungen sind der DE 102 49 159 A1 nicht zu entnehmen. Ferner ist gemäß dieser Offenbarung der Drehpunkt des Schwenklagers etwas unterhalb der Radaufstandsfläche, also etwas unterhalb der Fahrbahnoberfläche. Zwar ist der wirksame Hebelarm klein gehalten, wobei der Hebelarm durch den Abstand zwischen der Krafteinleitungsstelle der Radkräfte und dem Drehpunkt des Schwenklagers gebildet ist. Liegt der Drehpunkt des Schwenklagers wie hier unter der Straße, bewegt sich der Fahrzeugaufbau bei einer Rechtskurve relativ zu den Rädern etwas nach links, wenn das kurvenäußere Rad in den negativen und das kurveninnere Rad in den positiven Sturz verstellt. Dies kann eine für den Fahrer unverständliche Aufbaureaktion darstellen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Einrichtung nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 anzugeben, bei der dieser Nachteil behoben ist.

- Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die Lage eines virtuellen Drehpunktes des Schwenklagers oberhalb der Radaufstandsebene und auf der dem Fahrzeug zugewandten Seite der Radmittelebene, also axial innerhalb der Radmittelebene angeordnet ist. Je geringer der Abstand über der
- 5 Straße ist, um so geringer werden die vom Aktuator aufzubringende Momente sein. Die weiter oben beschriebene unerwünschte Aufbaureaktion bleibt aus. Es wurde ein Feld gefunden, innerhalb dessen der Drehpunkt des Schwenklagers vorzugsweise liegen sollte, um eine optimale Betätigung des Schwenklagers zu ermöglichen. Zunächst wird als Nullpunkt oder Bezugspunkt ein
- 10 Schnittpunkt gebildet von einer die Rotationsachse des Rads schneidenden und in der Radmittelebene liegenden Y-Achse und einer in der Radaufstandsebene liegenden X-Achse, wobei der X-Wert kleiner als 150 mm und der Y-Wert kleiner als 150 mm sein sollte.
- 15 Innerhalb dieses Feldes lässt sich ein Fahrstrahl angeben, auf dem der Drehpunkt des Schwenklagers im Hinblick auf eine ausgewogene Belastung des Aktuators liegen sollte. Dieser Fahrstrahl schneidet den Schnittpunkt der in der Radaufstandsebene liegenden X-Achse mit der bereits definierten Y-Achse, wobei der Fahrstrahl einen Winkelbereich abdeckt, dessen auf die X-Achse
- 20 bezogener unterer Wert etwa 30° und dessen oberer Wert etwa 60° beträgt. Innerhalb dieses Winkelbereichs können auch X-Werte und Y-Werte eingestellt werden, die größer als 150 mm sind, um den Aktuator ausgewogen zu belasten
- 25 Bei einem 17 " Rad beispielsweise ist eine gute Positionierung des Drehpunktes bei folgenden Werten gegeben: ausgehend von dem oben genannten Schnittpunkt als Null-Punkt sind die Wertepaare $X = 35$ mm und $Y = 30$ mm, $X = 50$ mm und $Y = 50$ mm, und $X = 103$ mm und $Y = 140$ mm geeignet. Bei dieser Positionierung des Drehpunktes ist die vom Aktuator zu verrichtende Arbeit
- 30 für die unterschiedlichen Fahrsituationen ausgewogen. Jedenfalls sollte der Drehpunkt an der Radinnenseite liegen, also zum Fahrzeug zugewandt. Dann

stehen die virtuellen Hebel zwischen der Krafteinleitung an der Radaufstandsfläche und dem Drehpunkt des Schwenklagers sowohl für Links-, als auch für Rechtskurven in einem ausgewogenen Verhältnis.

- 5 Vorzugsweise weist das Schwenklager ein gegenüber dem Radträger starr angeordnetes starres Schwenklagerteil und ein gegenüber dem starren Schwenklagerteil in der Schwenkebene schwenkbeweglich angeordnetes schwenkbares Schwenklagerteil auf. In diesem Fall kann das Rad an dem schwenkbaren Schwenklagerteil beispielsweise über ein konventionelles Rad-
10 lager drehbar gelagert sein.

- Bei dieser Anordnung ist es besonders vorteilhaft, wenn ein elektromechanischer Aktuator verwendet wird, der einerseits gegenüber dem Radträger abgestützt ist, und der andererseits an dem schwenkbaren Schwenklagerteil an-
15 greift. Derartige elektromechanische Aktuatoren weisen einen Elektromotor auf, der von dem elektrischen Bordnetz des Kraftfahrzeuges mit elektrischer Energie versorgt wird. Da die Lage des virtuellen Drehpunktes erfindungsgemäß für alle Fahrsituationen ausgewogen ist, können konventionelle Elektromotoren eingesetzt werden, die mit der von den Bordnetz bereitgestellten elektrischen
20 Energie einwandfrei betrieben werden können.

- Bei Einsatz des elektromechanischen Aktuators in der zuvor beschriebenen Anordnung sind auch Lagen des virtuellen Drehpunktes denkbar, die außerhalb des angegebenen definierten Bereiches liegen.
25

- Vorzugsweise umfasst der elektromechanische Aktuator einen Elektromotor und einen Wälzkörpergewindetrieb, dessen Spindelmutter auf einer Gewindespindel drehbar gelagert ist. Derartige an sich bekannte elektromechanische Aktuatoren wandeln zuverlässig eine rotative Bewegung in eine translatorische
30 Bewegung um. Die translatorische Bewegung wird als Stellbewegung zum Verstellen des schwenkbaren Schwenklagerteils eingesetzt.

Vorzugsweise ist die Spindelmutter als Rotor des Elektromotors ausgebildet, wobei dann die Gewindespindel drehfest gehalten ist. Dies hat den Vorteil, dass die Gewindespindel beispielsweise direkt an dem schwenkbaren
5 Schwenklagerteil aufgenommen werden kann.

Der Elektromotor erwärmt sich bei Belastung. Diese Wärme muß abgeführt werden, damit es zu keiner Überhitzung des Motors insbesondere bei niedriger Fahrgeschwindigkeit nach vorangegangener Extrembelastung kommt. Die Küh-
10 lung über die Luft alleine reicht möglicherweise nicht aus. Um den Elektromotor weiter zu kühlen ist dieser gemäß einer erfindungsgemäßen Weiterbildung direkt am Radträger befestigt. Die Verbindung ist dergestalt, dass ein Kontakt mit sehr gutem Wärmedurchgang vom Elektromotor zum in der Regel aus Metall gebildeten Radträger gewährleistet ist. Die Wärme wird demzufolge in den
15 Radträger abgeleitet. Die Einleitungsstelle ist vorzugsweise eine solche, die kühler als der Motor ist. Eine geeignete Stelle kann beispielsweise am Radträger oberhalb des Querlenkers sein. Aufgrund der relativ großen Masse des Radträgers im Vergleich zur Größe des Elektromotors kann dessen Wärmespeichervermögen benutzt werden. Diese Stelle ist zudem geschützt vor Stein-
20 einschlag und ungewollten Aufsetzten des Fahrzeugs.

Es wurde bereits erwähnt, dass die Gewindespindel vorzugsweise an dem schwenkbaren Schwenklagerteil rotationsfest gehalten sein kann. Ferner sieht eine erfindungsgemäße Weiterbildung vor, dass die Gewindespindel an die-
25 sem schwenkbaren Schwenklagerteil in Achsrichtung unverschiebbar aufgenommen ist, wobei Kippbewegungen des schwenkbaren Teils gegenüber der Gewindespindel um eine quer zur Gewindespindel angeordnete Kippachse vorgesehen sind. Bei einer Betätigung des Elektromotors wird bei dieser beispielhaft gewählten Anordnung die Gewindespindel entlang ihrer Achse verla-
30 gert. Wenn die Achse der Gewindespindel als ein Schenkel und die Verbindungsgrade zwischen dem virtuellen Drehpunkt und dem Anlenkpunkt den

Gewindespindel an dem schwenkbaren Schwenklagerteil als zweiter Schenkel bezeichnet wird, wobei der Anlenkpunkt der Schnittpunkt der beiden Schenkel darstellt, ist beispielsweise bei einer Sturzverstellung von 0° ein Ausgangswinkel zwischen diesen beiden Schenkeln eingestellt. Unter Betätigung des Aktua-
5 tors verändert sich dieser Winkel. Die zuvor beschriebene kippbewegliche Anordnung im Anlenkpunkt vermeidet demzufolge ungewollt in die Gewindespindel eingeleitete Querkkräfte oder Biegemomente.

Um einerseits eine spielfreie Anlenkung des schwenkbaren Schwenklagerteils
10 zu ermöglichen, und andererseits eine einwandfreie Kippbeweglichkeit zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, einen quer zu der Gewindespindel angeordneten Zapfen an der Gewindespindel über ein insbesondere vorgespanntes Wälzlager, insbesondere Nadellager radial zu lagern, wobei der Zapfen an dem schwenkbaren Schwenklagerteil befestigt sein kann. Diese spielfreie Ver-
15 bindung zwischen dem schwenkbaren Schwenklagerteil und der Gewindespindel dient dem einwandfreien präzisen Anlenkverhalten. Es ist abweichend auch möglich, den Zapfen drehfest an der Gewindespindel anzuordnen, und den Zapfen über Radialwälzlager an dem schwenkbaren Schwenklagerteil radial zu lagern.

20

Die vorgeschlagene Erfindung eignet sich auch für angetriebene Räder. Um die Bewegungsfreiheit der Räder sicher zu stellen, kann gegebenenfalls die Spurweite etwas vergrößert werden, um nicht an den Radhäusern und Federbeinen anzustoßen; Änderungen an Radhäusern und Federbeinen brauchen
25 dann gegebenenfalls nicht vorgenommen werden. Kritisch ist weiterhin der Beugewinkel der gelenkigen Antriebswelle beim Ein- und Ausfedern und beim Lenken des Rades. Die Haupteinflußgröße ist neben Lenkwinkel und Federwegen vor allem die Länge der Antriebswelle zwischen den Gelenken. Bei Verstellung des Rades in den negativen Sturz darf der Beugewinkel nicht zu weit
30 erhöht werden. Daraus resultiert die Forderung, dass die axiale Baulänge des erfindungsgemäßen Schwenklagers nicht zu groß werden darf. Um jedoch die

aus den Seitenführungskräften am Rad resultierenden Biegemomente am Schwenklager abzustützen, wird aus Festigkeitsgründen eine bestimmte Sturzlänge erforderlich sein, die axial den erforderlichen Bauraum definiert. All diesen Kriterien wird gebührend dadurch Rechnung getragen, dass eine
5 erfindungsgemäße Weiterbildung die Durchführung der Antriebswelle durch das Radlager vorsieht. Die Antriebswelle braucht nicht über Gebühr verkürzt zu werden und der Beugewinkel muß nicht erhöht werden. Vorzugsweise sind das Schwenklager, das Radlager und die Antriebswelle ineinander angeordnet. Gegenüber bekannten Anordnungen ohne das erfindungsgemäße Schwenklager
10 entsteht eine nur unwesentliche oder gar keine Verkürzung der Antriebswelle im Extremfall des größten einstellbaren negativen Sturzes, da in dieser Lage die erforderliche Spurweitenvergrößerung nahezu im Gleichgewicht mit der theoretischen Verkürzung der Antriebswelle bei Verstellung in diese Position steht.

15

Das Vorsehen des erfindungsgemäßen Schwenklagers erfordert gegebenenfalls zusätzlichen Platzbedarf. Zudem muß eine einwandfreie Schmierung des Schwenklagers sichergestellt sein. Eine erfindungsgemäße Weiterbildung sieht vor, dass das Schwenklager, das Radlager und das Gelenk der Antriebswelle
20 in einem gemeinsamen mit Schmiermittel versehenen Schmierraum angeordnet sind. Lediglich ein Schmierraum ist demzufolge erforderlich, so dass der zusätzliche Bauraum minimiert ist. Das Schwenklager, das Radlager und die Gelenkwelle können mit einem geeigneten Hochleistungsfett geschmiert sein. Der Schmierraum ist vorzugsweise von einer gemeinsamen Dichtung, insbesondere
25 von einem Falten- oder Rollbalg begrenzt, der einerseits am starren Schwenklagerteil und andererseits an der Gelenkwelle anliegt. Während diese Dichtung auf der Seite des starren Schwenklagerteils fest und dichtend angeordnet sein kann, sieht eine erfindungsgemäße Weiterbildung vor, dass zwischen der Dichtung und der Gelenkwelle eine auf der Gelenkwelle drehbar gelagerte Dichtmanschette
30 angeordnet ist. Diese Dichtmanschette kann beispielsweise mit Dichtlippen versehen sein.

An der Radaußenseite ist ebenfalls eine Dichtung für das Schwenklager vorzusehen. Das Radlager kann selbst über eine Dichtscheibe gedichtet werden. Das Schwenklager kann über einen Rollbalg gedichtet sein. Dieser Rollbalg hat im Vergleich zu einer Faltenbalgdichtung den Vorteil, dass dieser radial sehr klein baut, aufgrund der großen Biegeradien am Elastomer mit geringen Wandstärken auskommt und auch axial sehr kurz baut. Der Knickwulst bewegt bei einem bestimmten Hub des Schwenklagers nur um den halben Betrag. Dieses Dichtungssystem ermöglicht eine solide Abdichtung, wobei eine gleitende Dichtlippe entfallen kann. Mit dieser axial und radial klein bauenden Dichtung kann der enge Raum innerhalb der Bremsscheibe optimal ausgenutzt werden. Am schwenkbaren Schwenklagerteil kann auf der radäußeren Seite ein Bund angebracht sein, entweder als zusätzliches Teil, oder auch einstückig an das schwenkbare Schwenklagerteil angeformt. Dieser Bund ermöglicht gleichzeitig mit seiner geschlossenen umlaufenden Fläche die Aufnahme der Rollbalgdichtung und sorgt für eine gleichmäßig Krafteinleitung der Aktuatorkräfte und des Bremsmomentes in das schwenkbare Schwenklagerteil.

Die Gewindespindel des Aktuators kann in eine Dichtung untergebracht sein, die ebenfalls als Falten- oder Rollbalg ausgeführt sein kann. Auf diese Weise ist die Gewindespindel vor unerwünschter Verschmutzung einwandfrei geschützt.

Damit eine einwandfreie Schwenkbewegung zwischen dem starrem Schwenklagerteil und dem schwenkbaren Schwenklagerteil auch unter großen auftretenden Belastungen einwandfrei erfolgen kann, ist bei einer erfindungsgemäßen Weiterbildung zwischen dem starren Schwenklagerteil und dem schwenkbaren Schwenklagerteil eine Wälzlagerung vorgesehen, bei der Wälzkörper an bogenförmig ausgebildeten Laufbahnen abwälzen. Der Durchmesser der Wälzkörper ist auf die zu realisierenden Schwenkwinkel abgestimmt, wobei angestrebt sein kann, dass beispielsweise bei einer Sturzverstellung um 3 ° die be-

belasteten Wälzkörper zumindest einmal mit ihrem vollständigen Wälzumfang abwälzen. Auf diese Weise können unerwünschte plastische Deformationen und vorzeitige Schäden vermieden werden und eine gleichmäßige Belastung der Laufbahnen sichergestellt werden.

5

Vorzugsweise ist bei einem derartigen Wälzlager mindestens ein endloser Wälzkörperkanal vorgesehen, in denen die Wälzkörper endlos umlaufen können, wobei der Wälzkörperkanal einen die bogenförmigen Laufbahnen aufweisenden Lastabschnitt, einen Rückführabschnitt und zwei den Lastabschnitt mit dem Rückführabschnitt endlos verbindende Umlenkabschnitte aufweist. Im Gegensatz zu einer endlichen Wälzkörperkette, die nur hin und her gehende Bewegung verrichtet, kann hier sichergestellt werden, dass jeder Wälzkörper der Wälzkörperkette während des Betriebs jede Stelle der Laufbahnen passieren kann, also gegebenenfalls auch vollständige Umläufe im Wälzkörperkanal verrichten kann.

10
15

Vorzugsweise sind das schwenkbare Schwenklagerteil und das starre Schwenklagerteil ineinander angeordnet und an einander zugewandten Mantelflächen mit den bogenförmigen Laufbahnen versehen. Zusätzlich ist eines der beiden Schwenklagerteile mit den Rückführabschnitten versehen. Diese Rückführkanäle können beispielsweise als gerade Bohrungen ausgeführt sein. Die Umlenkabschnitte sind vorzugsweise an Kopfstücken ausgebildet, die an voneinander abgewandten Stirnseiten des Schwenklagers beispielsweise angeflanscht sein können.

20
25

Das äußere starre oder schwenkbare Schwenklagerteil kann als Hohlprofil ausgebildet und aus zwei Längsteilen zusammengesetzt sein, wobei die Längsachse dieses Schwenklagerteils in der Teilungsebene der beiden Längsteile liegt.

30

Die Teilung dieses Schwenklagerteils in zwei Längsteile hat den Vorteil, dass

an der jeweiligen Innenseite eines jeden Längsteiles die Laufbahnen für die Wälzlager einwandfrei beispielsweise in einem Schleifvorgang hergestellt werden können. Wenn diese beiden Teile dann wieder zusammengefügt werden, ist ein positionsgerechtes Zusammenfügen erforderlich. Dieses kann dadurch erleichtert werden, wenn dieses als Hohlprofil ausgeführte Schwenklagerteil zunächst als ein einziges Bauteil ausgebildet ist, wobei entlang der Teilungsebene Sollbruchstellen vorgesehen sind. Dieses Bauteil kann nun entlang der Sollbruchstellen aufgebrochen werden, so dass die beiden Längsteile gebildet sind, wobei die beiden Längsteile an ihren einander zugewandten, in der Teilungsebene liegenden Bruchstellen mit Bruchflächen versehen sind, die ein passgenaues Zusammenfügen der beiden Längsteile ermöglichen.

Das in diesem Beispiel innere schwenkbare oder starre Schwenklagerteil kann im Querschnitt gesehen rohrförmig ausgebildet sein und an seiner äußeren Mantelfläche mit mehreren über den Umfang verteilt und konzentrisch zum Drehpunkt des Schwenklagers angeordneten Stegen versehen sein, wobei die Stege die Laufbahnen tragen. Vorzugsweise sind diese Stege an umfangsseitig gegenüber liegenden Seiten mit den Laufbahnen für die Wälzkörper versehen.

Um im Falle des Stromausfalls oder beim Parkieren die eingestellte Sturzposition des Rades sicher einzufrieren, sieht eine erfindungsgemäße Weiterbildung eine Fail-Safe-Einrichtung vor, mit der eine Sturzstellung des Rades lösbar arretiert werden kann. Wenn beispielsweise ein elektromechanischer Aktuator vorgesehen ist, bei dem eine Gewindespindel und die darauf drehbar angeordnete Spindelmutter vorgesehen ist, weist die Fail-Safe-Einrichtung vorzugsweise ein Formschlussteil zur formschlüssigen Verbindung der Spindelmutter mit einem gestellfesten Teil auf.

Beispielsweise kann die Mutter des Spindeltriebs mittels eines Stiftes und einer Feder sicher mechanisch blockiert werden. Ist ausreichend Versorgungsspannung vorhanden, kann der Stift beispielsweise magnetisch aus seiner Arretie-

rung gezogen werden, wobei dann eine rotatorische Bewegung der Mutter durch den Elektromotor und damit eine aktive Sturzverstellung freigegeben ist. Dieser Magnet kann beispielsweise am Radträger befestigt sein. Durch eine Stirnverzahnung mit einem definierten Winkel, in die ein Stift mit einer winkli-
5 gen Spitze einrastet, ist es möglich, den Elektromotor aktiv zur Aufhebung der Arretierung zu verwenden. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der Stift aufgrund von Verschmutzung schwergängig gehen sollte, und die Magnetkraft allein nicht ausreichen sollte. Die Magnetkraft kann in diesem Fall so be-
10 messen sein, dass ein Halten des Stiftes in geöffneter Position gewährleistet ist. Ein derartiger Aufbau ermöglicht platzsparende Bauweise und eine reduzierte elektrische Leistungsaufnahme, da während des gesamten Regelvorgangs des Sturzes dieser Stift in geöffneter Stellung gehalten ist. Nachstehend wird die Erfindung anhand von 2 in insgesamt 13 Figuren abgebildeten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

15

Figur 1 einen Querschnitt durch das Rad eines Kraftfahrzeuges mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung

20

Figur 2 eine Darstellung wie in Figur 1, jedoch in geänderter Schnittführung

25

Figur 3 in schematischer Darstellung einen Querschnitt durch das Rad eines Fahrzeuges mit einem Koordinatensystem zur Bestimmung des Drehpunktes des Schwenklagers

Figur 4 einen Elektromotor eines elektromechanischen Aktuators in geschnittener Darstellung

30

Figur 5 ein Detail aus Figur 2 in vergrößerter Darstellung

Figur 6 ein Detail aus Figur 1 in vergrößerter Darstellung

- Figur 7 ein Detail aus Figur 1 in vergrößerter Darstellung
- Figur 7a ein Detail aus Figur 1 in vergrößerter Darstellung
- 5 Figur 8 eine Fail-Safe-Einrichtung in schematischer Darstellung
- Figur 9 einen Schnitt durch die Fail-Safe-Einrichtung aus Figur 8 entlang der Linie IX-IX
- 10 Figur 10 einen Schnitt durch die Fail-Safe-Einrichtung aus Figur 9 entlang der Linie X-X
- Figur 11 einen Schnitt durch die Fail-Safe-Einrichtung aus Figur 9 entlang der Linie XI-XI
- 15 Figur 12 in schematischer Darstellung einen Querschnitt durch das Rad eines Kraftfahrzeuges mit einer weiteren erfindungsgemäßen Einrichtung und
- 20 Figur 13 einen Schnitt entlang der Linie XIII-XIII aus Figur 12.

Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch das Rad eines Kraftfahrzeuges mit der Radaufhängung und einer erfindungsgemäßen Einrichtung zum Verändern des Radsturzes. Das Rad 1 ist an seiner Nabe 2 drehbar in einem Radlager 3 gelagert. Das Radlager 3 ist über ein Schwenklager 4 an einem Radträger 5 schwenkbar gelagert. Das Schwenklager 4 weist ein gegenüber dem Radträger 5 starr angeordnetes starres Schwenklagerteil 7 auf, und ein gegenüber dem starren Schwenklagerteil 7 in der Schwenkebene E schwenkbeweglich angeordnetes schwenkbares Schwenklagerteil 8. Das Radlager 3 ist vorliegend an dem schwenkbaren Schwenklagerteil 8 befestigt.

25

30

Schwenkbewegungen des Schwenklagers 4 in der Schwenkebene haben einen Drehpunkt D, der vorliegend radinnenseitig etwas oberhalb der Fahrbahndecke gewählt ist. Dieser Drehpunkt D ist virtuell. Dieser virtuelle Drehpunkt D ist
5 bedingt durch die Ausgestaltung des Schwenklagers 4, auf das weiter unter ausführlicher eingegangen wird.

Zur Bestimmung einer optimalen Lage des Drehpunktes D wird auf Figur 3 verwiesen. Bei dem hier abgebildeten Rad ist eine ballige Mantelfläche angenommen. Eine die Rotationsachse R des Rades schneidende und in der Radmittelebene E liegende y-Achse schneidet eine in der Radaufstandsebene liegende X-Achse, so dass ein Schnittpunkt S gebildet ist. Die Lage des Drehpunktes D des Schwenklagers 4 bezogen auf den Schnittpunkt S genügt den folgenden Bedingungen: X kann Werte annehmen zwischen 0 mm und 150 mm
10 und Y kann Werte annehmen zwischen 0 mm und 150 mm. Wertepaare von X und Y definieren den jeweiligen Drehpunkt D. In diesem Beispiel ist für ein bestimmtes Wertepaar X,Y ein Drehpunkt D des Schwenklagers 4 ermittelt worden. Wenn man eine Gerade durch den Schnittpunkt S und den Drehpunkt D zieht, ist zwischen dieser Geraden und der in der Radaufstandsebene liegenden X-Achse ein Winkel α gebildet, der – bezogen auf die X-Achse - vorzugsweise zwischen 30 ° und 60 ° liegt. Auf diesem Fahrstrahl liegt der Drehpunkt D. Wenn der Drehpunkt D nach diesen Vorgaben gewählt wird, ist in allen
20 Fahrsituationen ein optimales Hebelverhältnis eingestellt.

Figur 1 zeigt andeutungsweise, dass das Schwenklager 4 ein Wälzlager 9 aufweist. Dieses Wälzlager 4 ist in den Figuren 6 bis 7a abgebildet. Diesen Figuren ist zu entnehmen, dass das starre, hier äußere Schwenklagerteil 7 aus zwei Längsteilen 10, 11 zusammengesetzt ist. Sowohl das äußere Schwenklagerteil 7 als auch das innere Schwenklagerteil 8 sind beide als Hohlprofile
30 ausgebildet. Die Längsachse des äußeren Schwenklagerteil 7 liegt in der Teilungsebene der beiden Längsteile 10, 11. Das schwenkbewegliche, hier innere

Schwenklagerteil 8 weist einen etwa rohrförmigen Querschnitt auf. Am Außenumfang des rohrförmigen schwenkbaren Schwenklagerteils 8 sind mehrere über den Umfang verteilt angeordnete Stege 12 vorgesehen, die konzentrisch zum Drehpunkt D des Schwenklagers 4 angeordnet sind. Die Stege 12 weisen an ihren umfangsseitig gegenüberliegenden Seiten Laufbahnen 13 für Wälzkörper 14 auf, die hier durch Kugeln gebildet sind.

Das äußere Schwenklagerteil 7 weist an seinem Innenumfang mehrere über den Umfang verteilt angeordnete Längsnuten 15 auf, wobei umfangsseitige Wände der Längsnut 15 Laufbahnen 16 für die Wälzkörper 14 aufweisen. Die Laufbahnen 13 und 16 sind bogenförmig ausgebildet, wobei diese Laufbahnen 13, 16 die gemeinsame Drehachse D des Schwenklagers 4 haben.

Der Figur 7a ist zu entnehmen, dass das Wälzlager 9 nach Art eines Linearwälzlagers mit endlosem Wälzkörperumlauf ausgebildet ist. Dieses Wälzlager 9 umfasst mehrere endlose Wälzkörperkanäle 17, von denen einer in der Figur 7a schematisch abgebildet ist. In diesem Wälzkörperkanal 17 laufen die Wälzkörper 14 endlos um. Dieser Wälzkörperkanal 17 weist einen die bogenförmigen Laufbahnen 13, 16 aufweisenden Lastabschnitt 18 auf, ferner einen Rückführabschnitt 19, und zwei den Lastabschnitt 18 mit dem Rückführabschnitt 19 endlos verbindende Umlenkabschnitte 20. Auf diese Art und Weise ist ein endloser Wälzkörperumlauf gewährleistet. Die Umlenkabschnitte 20 sind an Kopfstücken 21 ausgebildet, die an Stirnseiten des Schwenklagers 4 an dem äußeren Schwenklagerteil 7 befestigt sind. Vorliegend sind die Schwenklagerteile 7 und 8 ineinander angeordnet, und an ihren einander zugewandten Mantelflächen mit den bogenförmigen Laufbahnen 13, 16 versehen.

Der Figur 6 ist zu entnehmen, dass die in der Trennebene liegende Teilungsfläche 22 eine Bruchfläche ist. Die zunächst einstückig miteinander verbundenen Längsteile 10, 11 sind an der Teilungsebene mit hier nicht abgebildeten Sollbruchstellen versehen, wobei unter Aufbringen einer Sprengkraft das äußere

re Schwenklagerteil 7 in der Teilungsebene aufgebrochen wurde. Auf diese Weise lassen sich die beiden Längsteile 10, 11 passgenau wieder zusammenfügen. Selbstverständlich können diese Längsteile 10, 11 separat hergestellt werden, so dass der Verfahrensschnitt des Aufbrechens entfällt.

5

Figur 1 zeigt weiterhin einen elektromechanischen Aktuator, der besser in der Darstellung gemäß Figur 2 zu erkennen ist. Dieser elektromechanische Aktuator 23 umfasst vorliegend einen Elektromotor 24, der an dem Radträger 5 befestigt ist. Die Verbindung zwischen dem Elektromotor 24 mit dem Radträger 5 ist so gewählt, dass ein guter Wärmeübergang von dem Elektromotor 24 auf den Radträger 5 gewährleistet ist. Die Verbindung selbst ist hier nicht weiter dargestellt.

Figur 4 zeigt den elektromechanischen Aktuator 23 in teilweiser Darstellung. Der hier längs geschnittene Elektromotor 24 weist einen Rotor 25 auf, der zugleich eine Spindelmutter 26 eines Kugelgewindetriebes bildet. Kugelgewindetriebe an sich sind seit langem bekannt. Regelmäßig ist eine Spindelmutter auf einer Gewindespindel (hier Bezugszeichen 27) drehbar angeordnet. Zwischen der Spindelmutter 26 und der Gewindespindel 27 wälzen Kugeln an Laufbahnen sowohl der Spindelmutter 26 als auch der Gewindespindel 27 ab. Unter Drehung des Rotors 25 – also hier auch der Spindelmutter - und drehfester Anordnung der Gewindespindel 27 findet eine translatorische Relativverschiebung zwischen der Gewindespindel 27 und der Spindelmutter 26 statt. Vorliegend wird diese translatorische Bewegung zum Verschwenken des schwenkbaren Schwenklagerteils 8 eingesetzt.

Der Figur 2 ist zu entnehmen, dass die Gewindespindel 27 an einem Hebelarm 28 angreift, der vorliegend einstückig an dem schwenkbaren Schwenklagerteil 8 ausgebildet ist.

30

Figur 5 zeigt in stark vergrößerter Darstellung den Bereich der Anlenkung des

Schwenklagers 4. Der Figur ist zu entnehmen, dass der Hebelarm 28 an seinem Ende etwa gabelförmig ausgebildet ist, wobei die Gewindespindel 27 zwischen die beiden Schenkel 29 eingreift. Die Gewindespindel 27 ist mit einer Querbohrung 30 versehen, wobei ein Zapfen 31 durch diese Querbohrung hindurch geführt ist und in Aufnahmebohrungen der Schenkel 29 fest eingesetzt ist. Die Gewindespindel 27 ist kippbeweglich über ein Radialwälzlager 33 auf dem Zapfen 31 angeordnet. Das Radialwälzlager 33 ist vorliegend als vorgespanntes Nadellager ausgebildet. Bei dieser Ausbildung ist gewährleistet, dass die Anlenkung spielfrei ausgeführt ist.

10

Der Figur 1 ist ferner zu entnehmen, dass der elektromechanische Aktuator 23 etwa über einem Querlenker 34 angeordnet ist. Bei dieser Anordnung ist der elektromechanische Aktuator 23 beispielweise gegen Steinschlag geschützt.

15 Die in den Figuren 1 und 2 abgebildeten Räder sind angetrieben. Eine Antriebswelle 35 ist coaxial zu dem Schwenklager 4 angeordnet und durch dieses Schwenklager 4 und durch das Radlager 3 hindurchgeführt. Bei dieser coaxialen Anordnung ergeben sich im Betrieb trotz des zusätzlichen Schwenklagers 4 befriedigend niedrige Beugewinkel der Antriebswelle 35. Figur 2 zeigt ein Gelenk 36 der Antriebswelle 35, das geschützt innerhalb des schwenkbaren Schwenklagerteils 8 angeordnet ist. Das Schwenklager 4, das Radlager 3 und die Antriebswelle 35 mit ihrem Gelenk 36 sind demzufolge in axial sehr platzsparender Bauweise radial ineinander angeordnet.

25 Den Figuren 1 und 2 ist ferner zu entnehmen, dass ein Faltenbalg 37 mit seinem einen Ende schmiermitteldicht an dem starren Schwenklagerteil 7 aufgenommen ist. Mit seinem entgegengesetzten Ende ist der Faltenbalg 37 über eine drehbar auf der Antriebswelle 35 gelagerte Dichtmanschette 38 angeordnet. Der Faltenbalg 37 begrenzt einen gemeinsamen Schmierraum 40 für das Schwenklager 4, das Radlager 3 und das Gelenk 36 der Antriebswelle 35. Während auf der einen Seite des starren Schwenklagerteils 7 der Faltenbalg

30

37 ansetzt, ist auf der gegenüberliegenden vom Fahrzeug abgewandten Seite ein Rollbalg 41 zum Abdichten des Schmierraums 40 vorgesehen. Dieser Rollbalg 41 ist einerseits schmiermitteldicht an dem schwenkbaren Schwenklagerteil 8 und andererseits an dem starren Schwenklagerteil 7 aufgenommen.

5

Um die Gewindespindel 27 des elektromechanischen Aktuators 23 gegen Verschmutzung und Beschädigung zu schützen ist am von dem Hebelarm 28 abgewandten Ende der Gewindespindel 27 eine Dichtkappe 42 vorgesehen, die an dem Elektromotor 24 befestigt ist. Ferner ist an dem dem Hebelarm 28 zugewandten Ende der Gewindespindel 27 ein weiterer Faltenbalg 42 vorgesehen, der die Gewindespindel 27 umgibt.

10

Während bei der in der Figur 1 dargestellten Fahrsituation ein neutraler Sturz dargestellt ist, zeigt Figur 2 das Rad mit positiv eingestellten Sturz, mit einem Sturzwinkel von etwa 3 °.

15

Der elektromechanische Aktuator 23 ist ferner mit einer Fail-Safe-Einrichtung 43 versehen, um den Rotor 25 zu blockieren. Diese Fail-Safe-Einrichtung 43 ist in den Figuren 8 bis 11 dargestellt. Der drehfest mit der Spindelmutter 26 verbundene Rotor 25 ist stirnseitig mit einer Blockierscheibe 44 versehen, die an ihrer einen Stirnfläche mit einer Stirnverzahnung 45 versehen ist. Die Stirnverzahnung 45 ist deutlich in der Figur 9 zu erkennen. Ein am Gehäuse 46 des Elektromotors 24 angebrachter elektromagnetischer Hubmagnet 47 weist einen Rastierstift 48 auf, dessen freies Ende keilförmig zugespitzt ist. Mit seiner keilförmigen Spitze kann der Rastierstift 48 formschlüssig in die Stirnverzahnung 45 eingreifen, wie insbesondere den Figuren 10 und 11 zu entnehmen ist. Im Zusammenspiel der keilförmigen Spitze 49 mit der Stirnverzahnung 45 ist sichergestellt, dass der Rastierstift 48 nicht derartig hohen Querkräften ausgesetzt werden kann, die ein Lösen des Rastierstiftes 48 unmöglich machen könnten. Wenn der elektromagnetische Hubmagnet 47 zum Freischalten des Rastierstiftes 48 betätigt wird, und zugleich der Elektromotor 24 den Rotor 25

20

25

30

antreibt, unterstützt die Drehung des Rotors 25 infolge der Keilwirkung zwischen der Stirnverzahnung 45 und der keilförmigen Spitze 49 das Freischalten des Rastierstiftes 48. Diese Fail-Safe-Einrichtung 43 kann beispielsweise bei Stromausfall oder aber auch beim Parkieren eingesetzt werden.

5

In den Figuren 12 und 13 ist lediglich schematisch eine alternative Ausbildung einer erfindungsgemäßen Einrichtung zum Verändern des Radsturzes des Rades 1 abgebildet. In fett gedruckten Linien ist ein Schwenklager 50 abgebildet, das ein äußeres, am Radträger 51 befestigtes Schwenklagerteil 52 und ein dem gegenüber schwenkbewegliches Schwenklagerteil 53 aufweist. Funktion und Wirkungsweise dieses modifizierten Schwenklagers 50 entspricht dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel. Das schwenkbewegliche Schwenklagerteil 53 trägt das Radlager 3.

15 Hier ist ebenfalls ein elektromechanischer Aktuator 54 eingesetzt, der mit dem zuvor beschriebenen elektromechanischen Aktuator übereinstimmt. Abweichend zu dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel ist hier jedoch der Elektromotor 55 an dem schwenkbeweglichen Schwenklagerteil 53 gelenkig befestigt. Die Gewindespindel 56 ist mit einer hier nicht weiter dargestellten
20 Spindelmutter versehen, wobei die Spindelmutter an dem starren Schwenklagerteil 52 aufgenommen ist. Unter Drehung des nicht dargestellten Rotors des Elektromotors 55 dreht die Gewindespindel 56, wobei das schwenkbare Schwenklagerteil 53 verschwenkt. Die Lage des Drehpunktes des Schwenklagers 50 wird unter den gleichen Aspekten ausgewählt wie bei den zuvor be-
25 schriebenen Ausführungsbeispiel.

Figur 13 zeigt ebenso wie bei dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel eine Wälzlagerung des schwenkbeweglichen Schwenklagerteils 53 gegenüber dem starren Schwenklagerteils 52. Wälzkörper 57 wälzen zu diesen Zweck an
30 Laufbahnen 58, 59 der beiden Schwenklagerteile 52, 53 ab.

Positionszahlenliste

	1	Rad	29	Schenkel
5	2	Nabe	30	Querbohrung
	3	Radlager	31	Zapfen
	4	Schwenklager	32	Aufnahmebohrung
	5	Radträger	33	Radialwälzlager
	6	Federbein	34	Querlenker
10	7	starres Schwenklagerteil	35	Antriebswelle
	8	schwenkbares Schwenklagerteil	36	Gelenk
	9	Wälzlager	37	Faltenbalg
	10	Längsteil	38	Dichtmanschette
	11	Längsteil	39	
15	12	Steg	40	Schmierraum
	13	Laufbahn	41	Rollbalg
	14	Wälzkörper	42	Faltenbalg
	15	Längsnut	43	Fail-Safe-Einrichtung
	16	Laufbahn	44	Blockierscheibe
20	17	Wälzkörperkanal	45	Stirnverzahnung
	18	Lastabschnitt	46	Gehäuse
	19	Rückführabschnitt	47	elektromechanischer
	20	Umlenkabschnitt		Hubmagnet
	21	Kopfstück	48	Rastierstift
25	22	Teilungsfläche	49	keilförmige Spitze
	23	elektromechanischer Aktuator	50	Schwenklager
	24	Elektromotor	51	Radträger
	25	Rotor	52	Schwenklagerteil
	26	Spindelmutter	53	schwenkbares Schwenk-
30	27	Gewindespindel		lagerteil
	28	Hebelarm	54	elektromechanischer

		Aktuator
	55	Elektromotor
	56	Gewindespindel
	57	Wälzkörper
5	58	Laufbahn
	59	Laufbahn

10

15

20

25

30

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Verändern des Radsturzes eines Rades (1) eines Kraftfahrzeuges, bei der das Rad (1) über ein Schwenklager (4, 50) schwenkbar an einem Radträger (5, 51) gelagert ist, wobei eine von dem Schwenklager (4, 50) aufgespannte Schwenkebene wenigstens annähernd quer zur Radmittelebene (E) angeordnet ist, **gekennzeichnet durch** die Lage eines virtuellen Drehpunktes (D) des Schwenklagers (4, 50) oberhalb der Radaufstandsebene und auf der dem Fahrzeug zugewandten Seite der Radmittelebene (E).
2. Einrichtung nach Anspruch 1, bei der ein Schnittpunkt (S) gebildet ist von einer die Rotationsachse des Rades (1) schneidenden und in der Radmittelebene (E) liegenden Y-Achse mit einer in der Radaufstandsebene liegenden x-Achse, wobei der Drehpunkt (D) des Schwenklagers (4) bezogen auf den Schnittpunkt (S) in einem Feld angeordnet ist, das mit X etwa gleich 150 mm und Y etwa gleich 150 mm angegeben ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 2, bei der der Drehpunkt (D) des Schwenklagers (4) auf einem den Schnittpunkt (S) schneidenden Fahrstrahl liegt, der einen Winkelbereich von etwa 30 ° als unterem Wert bis etwa 60 ° als oberem Wert bezogen auf die X-Achse abdeckt.
4. Einrichtung nach Anspruch 1, bei der das Schwenklager (4, 50) ein gegenüber dem Radträger (5, 51) starr angeordnetes starres Schwenklagerteil (7, 52) und ein gegenüber dem starren Schwenklagerteil (7, 52) in der Schwenkebene schwenkbeweglich angeordnetes schwenkbares Schwenklagerteil (8, 53) aufweist.
5. Einrichtung nach Anspruch 3, bei der das Rad an dem schwenkbaren Schwenklagerteil (8, 53) drehbar gelagert ist.

6. Einrichtung nach Anspruch 4, bei der ein vorzugsweise elektomechanischer Aktuator (23, 54) einerseits gegenüber dem Radträger (5, 51) abgestützt ist und andererseits an dem schwenkbaren Schwenklagerteil (8, 53) angreift.
- 5 7. Einrichtung zum Verändern des Radsturzes eines Rades (1) eines Kraftfahrzeuges, bei der das Rad (1) über ein Schwenklager (4, 50) schwenkbar an einem Radträger (5, 51) gelagert ist, wobei eine von dem Schwenklager (5, 51) aufgespannte Schwenkebene wenigstens annähernd quer zur Radmittelebene E angeordnet ist, wobei das Schwenklager (4, 50) ein gegenüber
10 über dem Radträger (5, 51) starr angeordnetes starres Schwenklagerteil (7, 52) und ein gegenüber dem starren Schwenklagerteil (7, 52) in der Schwenkebene schwenkbeweglich angeordnetes schwenkbares Schwenklagerteil (8, 53) aufweist, und wobei das Rad (1) an dem schwenkbaren Schwenklagerteil (8, 53) drehbar gelagert ist, **dadurch gekennzeichnet**,
15 daß ein vorzugsweise elektomechanischer Aktuator (23, 54) einerseits gegenüber dem Radträger (5, 51) abgestützt ist und andererseits an dem schwenkbaren Schwenklagerteil (8, 53) zum Verschwenken des schwenkbaren Schwenklagerteils (8, 53) angreift
- 20 8. Einrichtung nach Anspruch 6 oder 7, bei der der elektomechanische Aktuator (23, 54) einen Elektromotor (24, 55) und einen Wälzkörpergewindetrieb aufweist, dessen Spindelmutter (26) auf einer Gewindespindel 27, 56) drehbar gelagert ist.
- 25 9. Einrichtung nach Anspruch 8, bei der die Spindelmutter (26) als Rotor (25) eines Elektromotors (24) ausgebildet ist, wobei die Gewindespindel (27) drehfest gehalten ist.
10. Einrichtung nach Anspruch 8, bei der der Elektromotor (24) an dem Radträger (5) befestigt ist.
30

11. Einrichtung nach Anspruch 10, bei der der Elektromotor (24) in direktem metallischen Kontakt mit dem metallischen Radträger (5) steht.
12. Einrichtung nach Ansprüchen 4 und 9, bei der die Gewindespindel (27) an dem schwenkbaren Schwenklagerteil (8) rotationsfest und in Achsrichtung unverschiebbar aufgenommen ist, wobei Kippbewegungen des schwenkbaren Schwenklagerteils (8) gegenüber der Gewindespindel (27) um eine quer zur Gewindespindel (27) angeordnete Kippachse vorgesehen sind.
13. Einrichtung nach Anspruch 12, bei der ein quer zu der Gewindespindel (27) angeordneter Zapfen (31) an der Gewindespindel (27) über ein insbesondere vorgespanntes Wälzlager (33), insbesondere Nadellager radial wälzgelagert ist, wobei der Zapfen (31) an dem schwenkbaren Schwenklagerteil (8) befestigt ist.
14. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 7, bei der das Rad (1) von einer Antriebswelle (35) angetrieben ist, wobei die Antriebswelle (35) durch das Schwenklager (4) durchgeführt ist.
15. Einrichtung nach Anspruch 14, bei der die Antriebswelle (35) durch das Radlager (3) durchgeführt ist.
16. Einrichtung nach Anspruch 15, bei der das Radlager (3) an dem schwenkbaren Schwenklagerteil (8) befestigt ist.
17. Einrichtung nach Anspruch 14, bei der die Antriebswelle (35) mit einem Gelenk (36) versehen ist.
18. Einrichtung nach Anspruch 15, bei der das Schwenklager (4), das Radlager (3) und die Antriebswelle (35) mit ihrem Gelenk (36) radial ineinander angeordnet sind.

19. Einrichtung nach Anspruch 18, bei der das Schwenklager (4), das Radlager (3) und das Gelenk (36) der Antriebswelle (35) in einem gemeinsamen mit Schmiermittel versehenen Schmierraum (40) angeordnet sind.
- 5 20. Einrichtung nach Anspruch 19, bei der der Schmierraum (40) von einer Dichtung, insbesondere einem Falten- oder Rollbalg (37) begrenzt ist, der einerseits am starren Schwenklagerteil (7) und andererseits an der Antriebswelle (35) anliegt.
- 10 21. Einrichtung nach Anspruch 20, bei der zwischen der Dichtung und der Antriebswelle (35) eine auf der Antriebswelle (35) drehbar gelagerte Dichtmanschette (38) angeordnet ist.
- 15 22. Einrichtung nach Anspruch 4 oder 7, bei der zwischen dem starren Schwenklagerteil (7) und dem schwenkbaren Schwenklagerteil (8) eine Wälzlagerung vorgesehen ist, bei der Wälzkörper (14) an bogenförmig ausgebildeten Laufbahnen (13, 16) abwälzen.
- 20 23. Einrichtung nach Anspruch 22, bei der mindestens ein endloser Wälzkörperkanal (17) vorgesehen ist, in dem die Wälzkörper (14) endlos umlaufen können, wobei der Wälzkörperkanal (14) einen die bogenförmigen Laufbahnen (13, 16) aufweisenden Lastabschnitt (18), einen Rückführabschnitt (19) und zwei den Lastabschnitt (18) mit dem Rückführabschnitt (19) endlos verbindenden Umlenkabschnitte (20) aufweist.
- 25 24. Einrichtung nach Anspruch 23, bei der das schwenkbare Schwenklagerteil (8) und das starre Schwenklagerteil (7) ineinander angeordnet sind und an einander zugewandten Mantelflächen mit den bogenförmigen Laufbahnen (13, 16) versehen sind.

25. Einrichtung nach Anspruch 23, bei der eines der beiden Schwenklagerteile (7, 8) mit den Rückführabschnitten (19) versehen ist.
26. Einrichtung nach Anspruch 23, bei der mit den Umlenkabschnitten (20) versehene Kopfstücke (21) an voneinander abgewandten Stirnseiten des Schwenklagers (4) angeordnet sind.
27. Einrichtung nach Anspruch 24, bei der das äußere starre oder schwenkbare Schwenklagerteil (7) aus zwei Längsteilen (10, 11) zusammengesetzt ist, wobei die Längsachse dieses Schwenklagerteils (7) in der Teilungsebene liegt.
28. Verfahren zur Herstellung einer Einrichtung nach Anspruch 27, bei der das äußere starre oder schwenkbare Schwenklagerteil (8) entlang der Teilungsebene mit Sollbruchstellen versehen ist, wobei das zunächst einteilige Schwenklagerteil (8) entlang der Sollbruchstellen aufgebrochen wird, so daß die beiden Längsteile (10, 11) gebildet sind, wobei die beiden Längsteile (10, 11) an ihren einander zugewandten, in der Teilungsebene liegenden Bruchstellen mit Bruchflächen versehen sind, die ein paßgenaues Zusammenfügen der beiden Längsteile (10, 11) ermöglichen.
29. Einrichtung nach Anspruch 24, bei der das innere schwenkbare oder starre Schwenklagerteil (7) im Querschnitt gesehen rohrförmig ausgebildet ist und an seiner äußeren Mantelfläche mit mehreren über den Umfang verteilt und konzentrisch zum Drehpunkt D des Schwenklagers (4) angeordneten Stegen (12) versehen ist, wobei die Stege (12) die Laufbahnen (13, 16) tragen.
30. Einrichtung nach Anspruch 29, bei der die Laufbahnen (13, 16) an umfangsseitig gegenüberliegenden Seiten des Steges (12) ausgebildet sind.

31. Einrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, bei der eine Fail-Safe-Einrichtung (43) vorgesehen ist, mit der eine Sturzstellung des Rades (1) lösbar arretiert werden kann.

- 5 32. Einrichtung nach den Ansprüchen 8 und 31, bei der die Fail-Safe-Einrichtung (43) ein Formschlußteil zur formschlüssigen Verbindung der Spindelmutter (26) mit einem gestellfesten Teil aufweist.

10

15

20

25

30

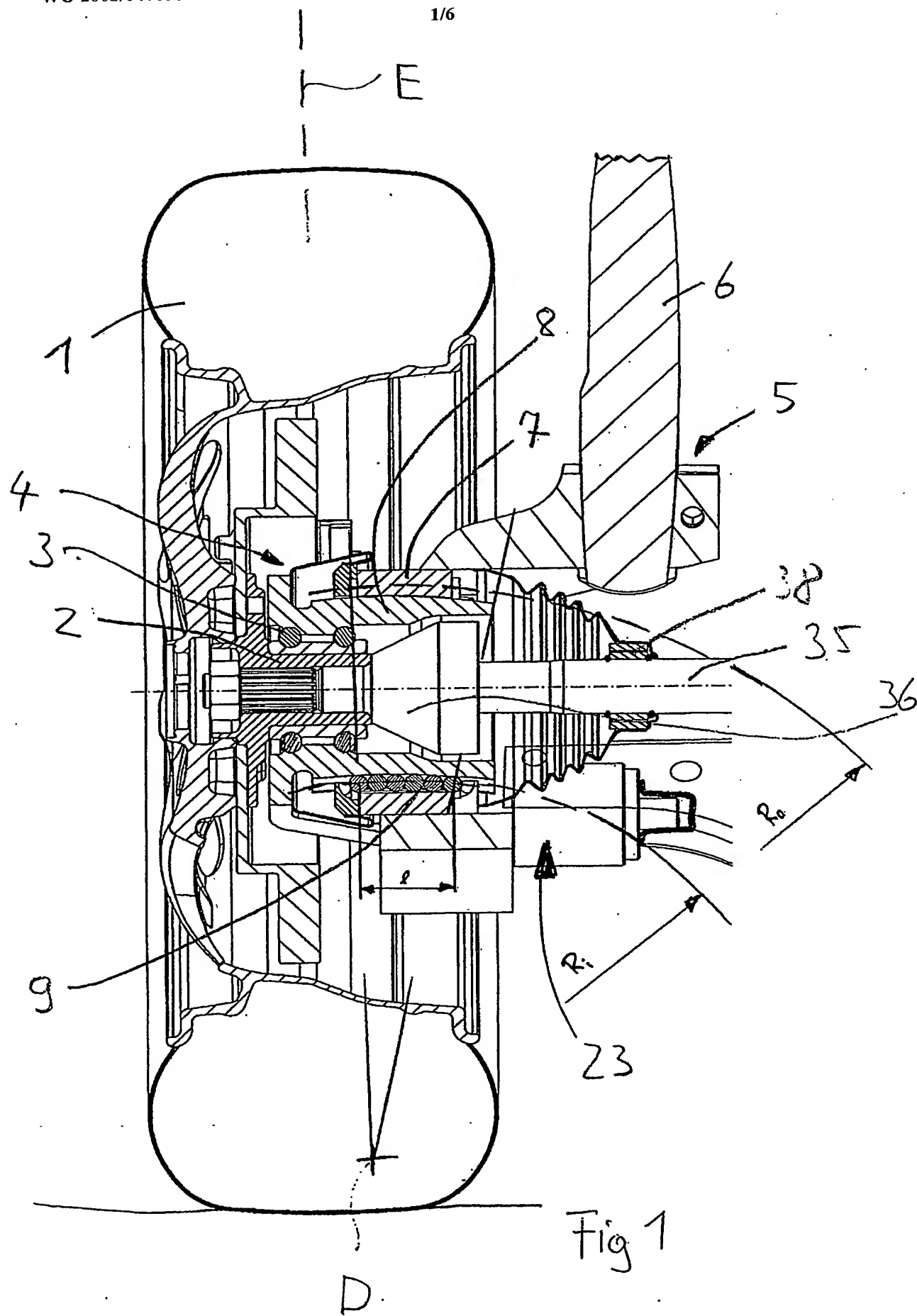


Fig 1

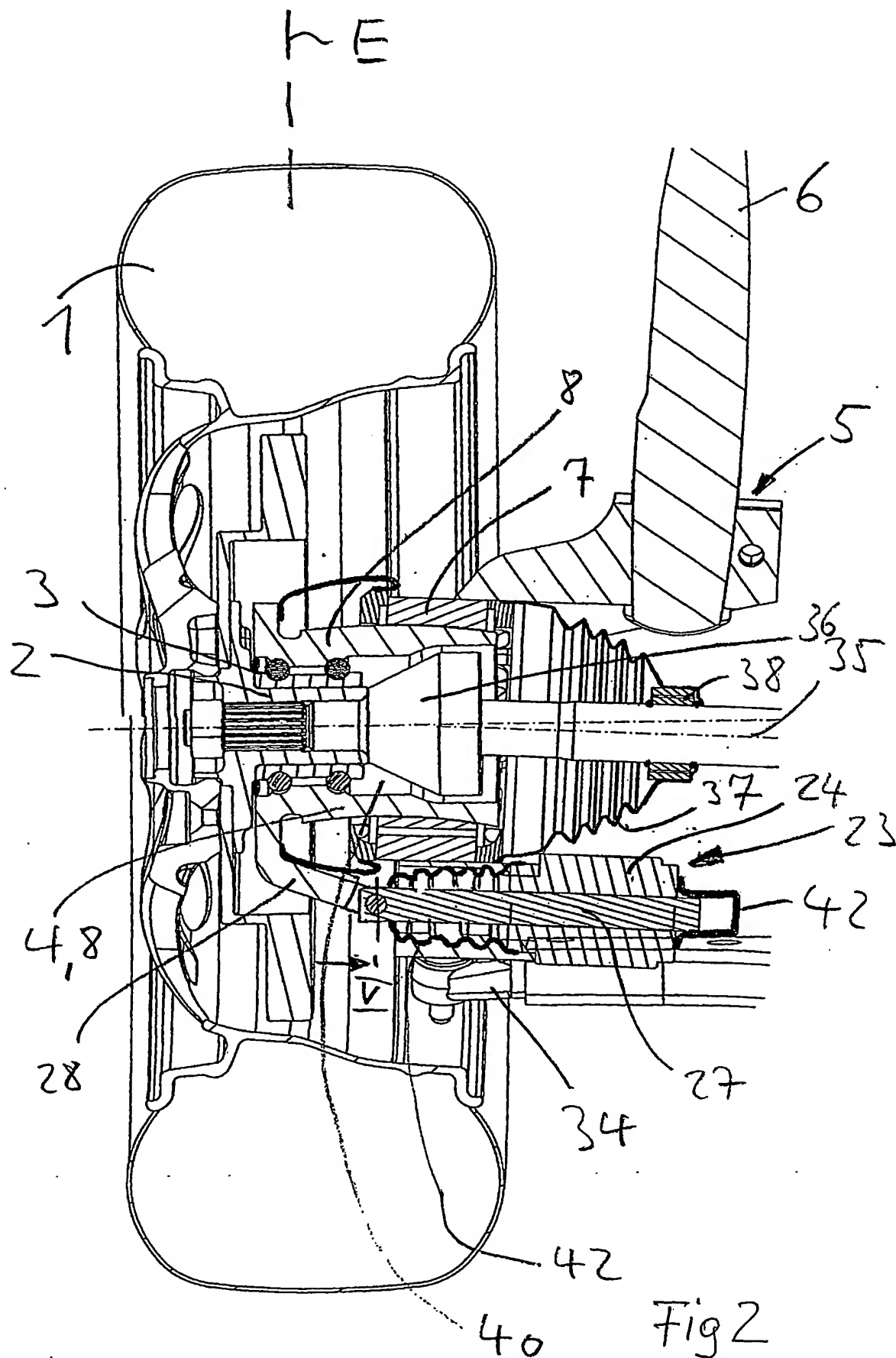


Fig 2

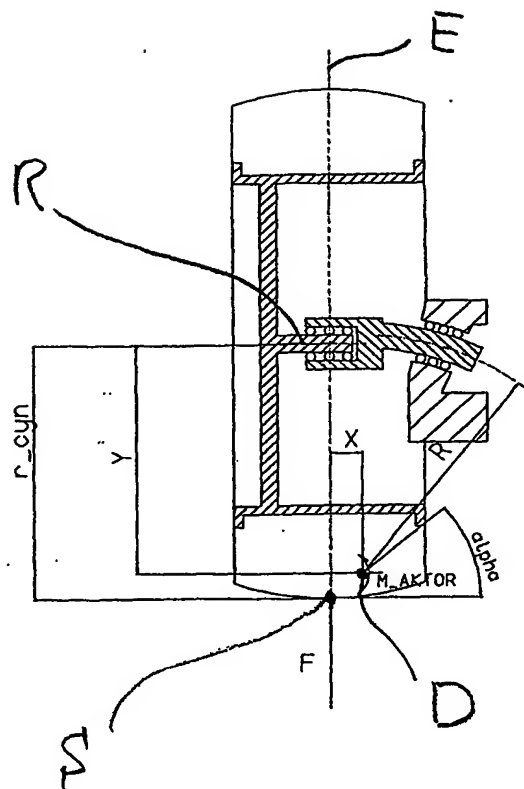


Fig 3

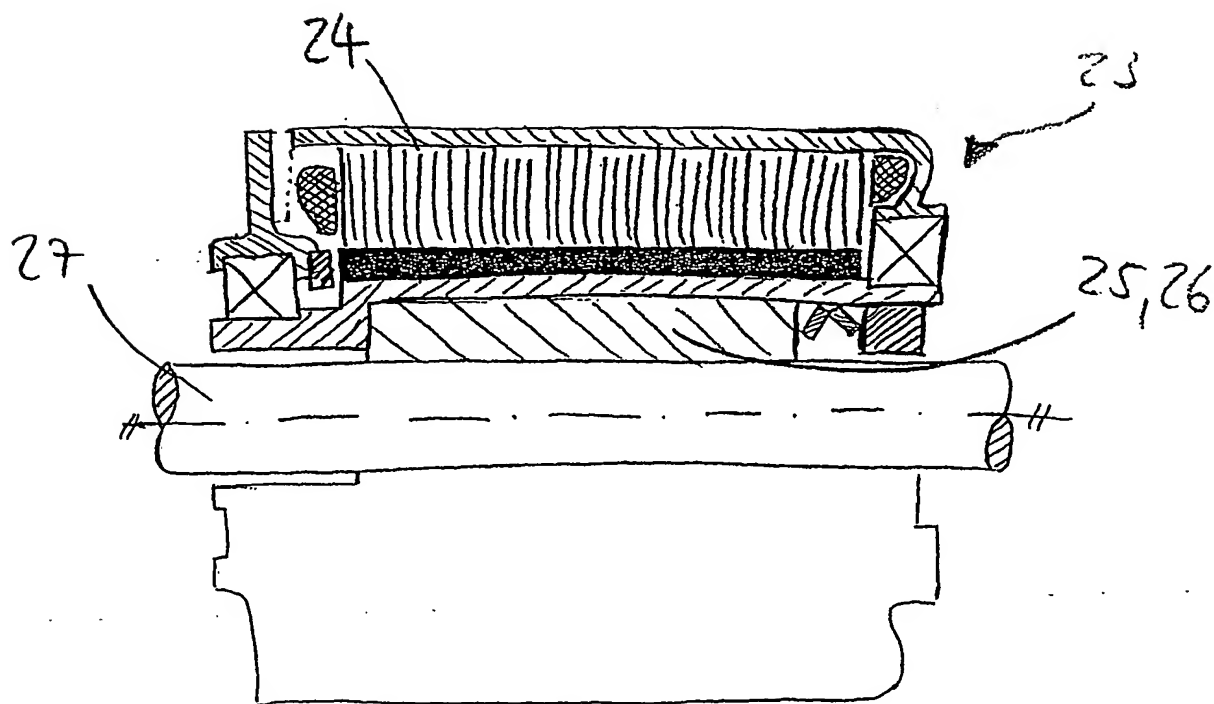
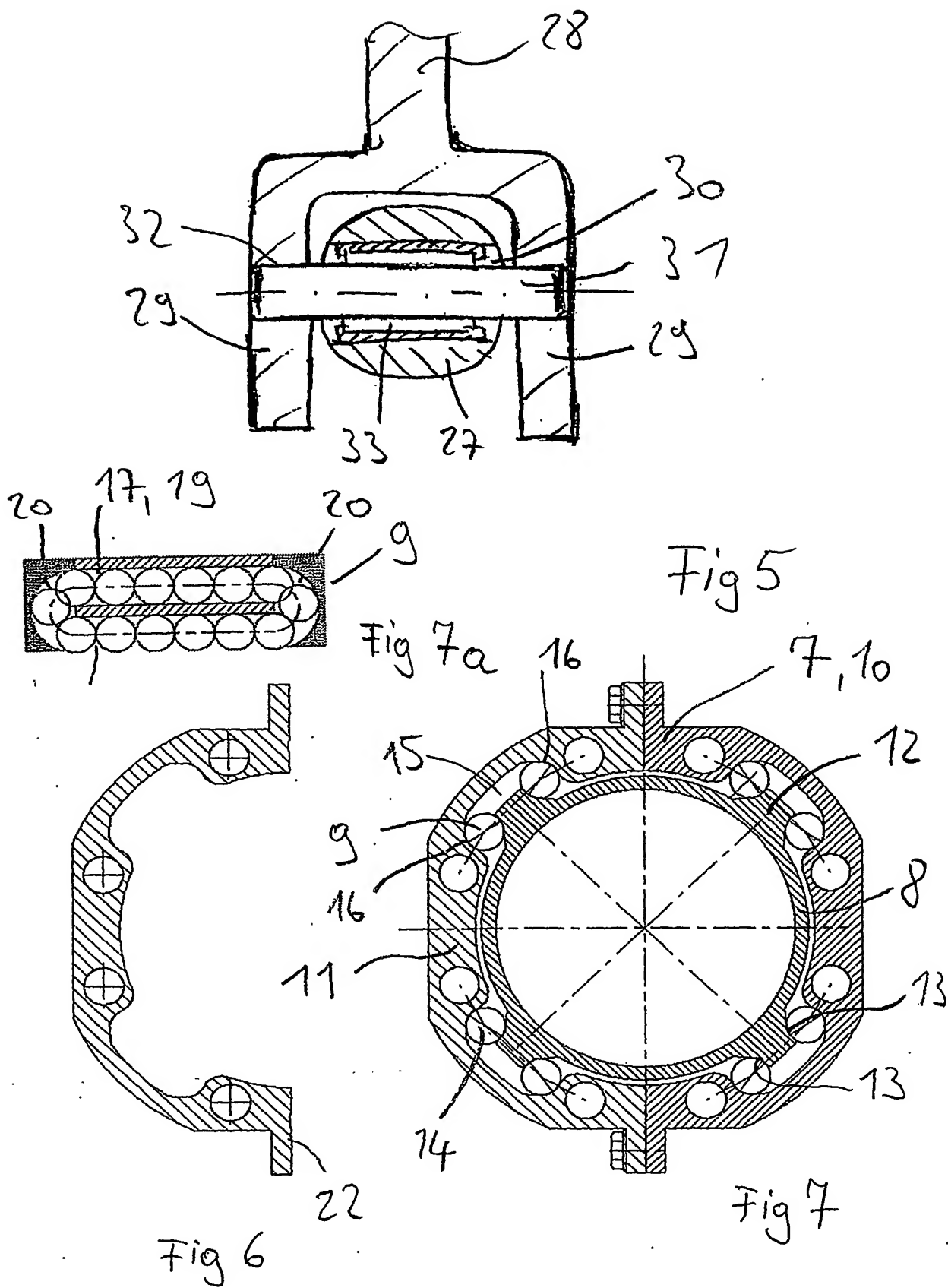
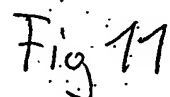
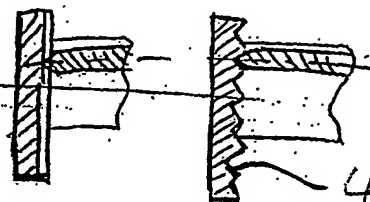
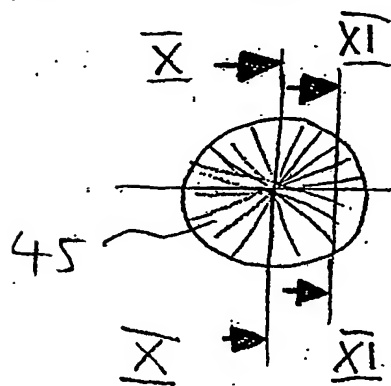
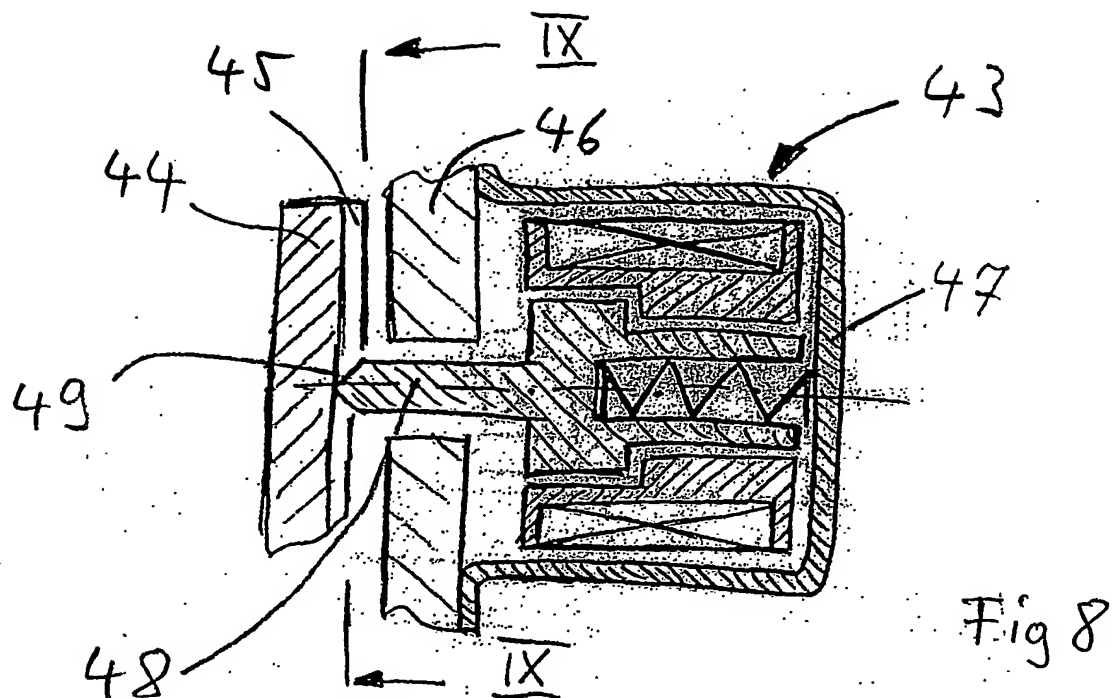


Fig 4





BEST AVAILABLE COPY

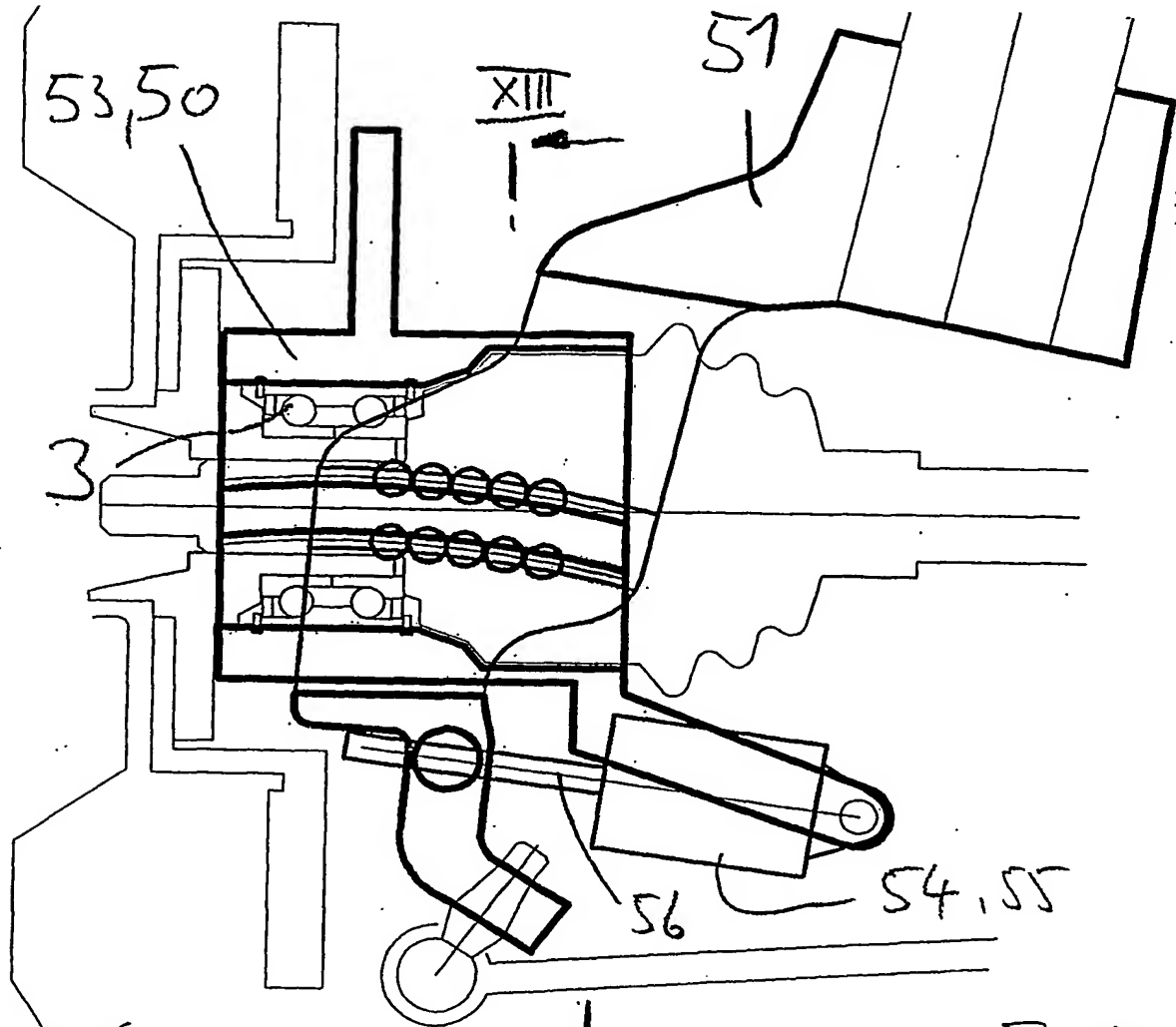


Fig 12

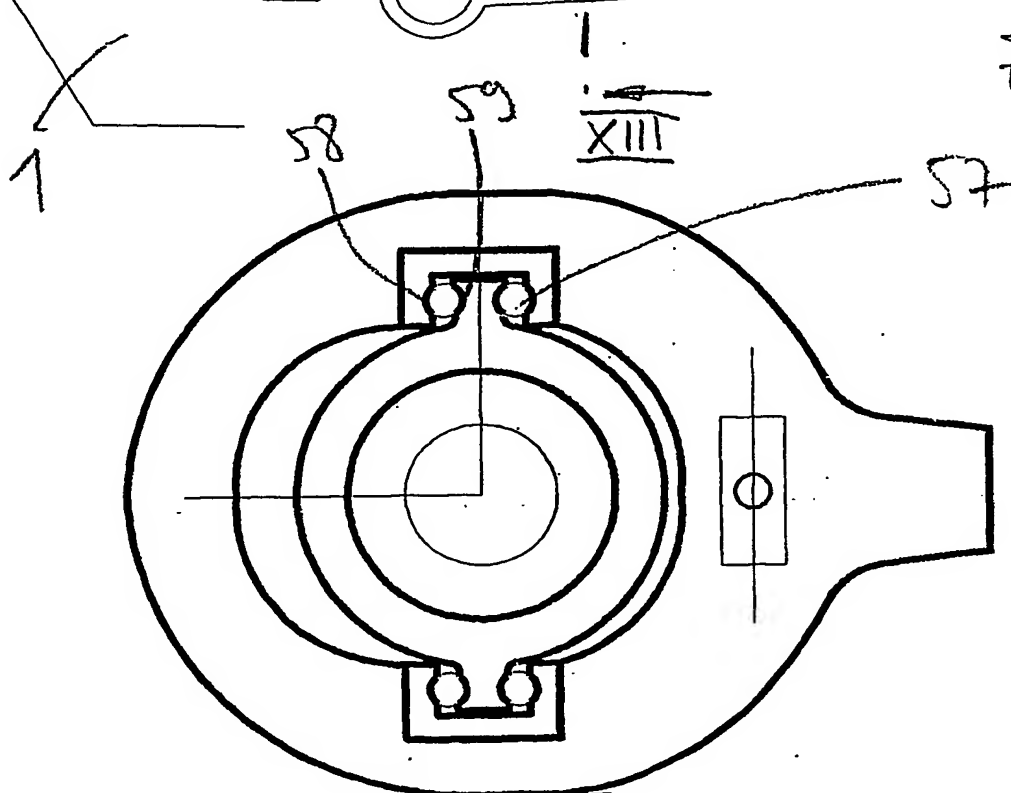


Fig 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/009479A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60G7/00 B60G3/26 B62D17/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B60G B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/071430 A1 (SERRA LOIC ET AL) 17 April 2003 (2003-04-17) paragraph [0040] - paragraph [0041]; figures 1,5,9 paragraph [0056]	1,2,4-7
X	DE 876 211 C (DAIMLER BENZ AG) 11 May 1953 (1953-05-11) claim 8; figure 6 figures 1,5	1-3,5
X	DE 23 54 201 A (DAIMLER BENZ AG) 15 May 1975 (1975-05-15) figure 2	1,4,5
A		7
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 January 2005

Date of mailing of the international search report

04 APR 2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Torsius, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/009479

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 347 802 B1 (SCHIRLE THOMAS ET AL) 19 February 2002 (2002-02-19) column 5, line 35 - line 47; figures 2,3 column 6, line 23 - line 37 -----	1,4,5,7
X	DE 100 41 200 A (MANNESMANN SACHS AG) 21 March 2002 (2002-03-21) figure 1 -----	1
P,X	DE 102 51 944 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 19 May 2004 (2004-05-19) paragraph [0012] - paragraph [0014]; figures 1,2 -----	1,4-7
A	DE 102 49 159 A (EHRENLEITNER FRANZ) 5 June 2003 (2003-06-05) cited in the application paragraph [0010]; figure -----	1,7
A	US 4 895 383 A (ABE MASARU ET AL) 23 January 1990 (1990-01-23) column 3, line 66 - line 68; figures 1,2 column 4, line 50 - line 56 -----	6,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

EP04/9479

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-7

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, namely:

1. Claims 1-7

Wheel camber-modifying arrangement according to the preamble of claim 1, the pivot point of the pivot bearing being disposed above the wheel contact plane and on the wheel centre plane side facing the vehicle.

2. Claims 8-13

Wheel camber-modifying arrangement according to claim 1, adjustment being carried out using an actuator; structural details of the electromechanical actuator and its arrangement.

3. Claims 14-21

Wheel camber-modifying arrangement according to the preamble of claim 1, adjustment being carried out using an actuator or the pivot point of the pivot bearing being disposed above the wheel contact plane and on the wheel centre plane side facing the vehicle; arrangement of wheel bearing, pivot bearing and drive shaft.

4. Claims 22-30

Wheel camber-modifying arrangement according to the preamble of claim 1, adjustment being carried out with an actuator or the pivot point of the pivot bearing being disposed above the wheel contact plane and on the wheel centre plane side facing the vehicle; structural details of the roller bearing system for the pivot bearing and its arrangement.

5. Claims 31, 32

Fail-safe system for a wheel camber-modifying arrangement according to claim 1 or claim 7.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/009479

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003071430 A1	17-04-2003	FR 2806693 A1 FR 2819752 A1 AU 6381101 A EP 1276656 A2 JP 2003528771 T WO 0172572 A2	28-09-2001 26-07-2002 08-10-2001 22-01-2003 30-09-2003 04-10-2001
DE 876211 C	11-05-1953	FR 899622 A NL 111539 C	06-06-1945
DE 2354201 A	15-05-1975	DE 2354201 A1	15-05-1975
US 6347802 B1	19-02-2002	DE 19836440 A1 DE 59905979 D1 EP 0979769 A2 US 2002036385 A1	24-02-2000 24-07-2003 16-02-2000 28-03-2002
DE 10041200 A	21-03-2002	DE 10041200 A1 FR 2813240 A1	21-03-2002 01-03-2002
DE 10251944 A	19-05-2004	DE 10251944 A1 WO 2004041621 A1	19-05-2004 21-05-2004
DE 10249159 A	05-06-2003	DE 10249159 A1	05-06-2003
US 4895383 A	23-01-1990	JP 63263172 A DE 3813438 A1 FR 2614863 A1 GB 2203711 A ,B	31-10-1988 10-11-1988 10-11-1988 26-10-1988

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 B60G7/00 B60G3/26 B62D17/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 B60G B62D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/071430 A1 (SERRA LOIC ET AL) 17. April 2003 (2003-04-17) Absatz [0040] - Absatz [0041]; Abbildungen 1,5,9 Absatz [0056]	1,2,4-7
X	DE 876 211 C (DAIMLER BENZ AG) 11. Mai 1953 (1953-05-11) Anspruch 8; Abbildung 6 Abbildungen 1,5	1-3,5
X	DE 23 54 201 A (DAIMLER BENZ AG) 15. Mai 1975 (1975-05-15)	1,4,5
A	Abbildung 2	7
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung befreit werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Januar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04 APR 2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Torsius, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 347 802 B1 (SCHIRLE THOMAS ET AL) 19. Februar 2002 (2002-02-19) Spalte 5, Zeile 35 - Zeile 47; Abbildungen 2,3 Spalte 6, Zeile 23 - Zeile 37 -----	1,4,5,7
X	DE 100 41 200 A (MANNESMANN SACHS AG) 21. März 2002 (2002-03-21) Abbildung 1 -----	1
P,X	DE 102 51 944 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 19. Mai 2004 (2004-05-19) Absatz [0012] - Absatz [0014]; Abbildungen 1,2 -----	1,4-7
A	DE 102 49 159 A (EHRENLEITNER FRANZ) 5. Juni 2003 (2003-06-05) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0010]; Abbildung -----	1,7
A	US 4 895 383 A (ABE MASARU ET AL) 23. Januar 1990 (1990-01-23) Spalte 3, Zeile 66 - Zeile 68; Abbildungen 1,2 Spalte 4, Zeile 50 - Zeile 56 -----	6,7

Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:
1-7

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-7

Radstürzverändereinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 wobei das Drehpunkt des Schwenklagers oberhalb der Radaufstandsebene und auf der dem Fahrzeug zugewandten Seite der Radmittelebene angeordnet ist

2. Ansprüche: 8-13

Radstürzverändereinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 wobei mit einem Aktuator verstellt wird; konstruktive Einzelheiten des elektromechanischen Aktuators und dessen Anordnung.

3. Ansprüche: 14-21

Radstürzverändereinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 wobei mit einem Aktuator verstellt wird oder das Drehpunkt des Schwenklagers oberhalb der Radaufstandsebene und auf der dem Fahrzeug zugewandten Seite der Radmittelebene angeordnet ist; Anordnung von Radlager, Schwenklager und Antriebswelle.

4. Ansprüche: 22-30

Radstürzverändereinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 wobei mit einem Aktuator verstellt wird oder das Drehpunkt des Schwenklagers oberhalb der Radaufstandsebene und auf der dem Fahrzeug zugewandten Seite der Radmittelebene angeordnet ist; konstruktive Einzelheiten der Walzlagerung für das Schwenklager und dessen Anordnung.

5. Ansprüche: 31,32

Fail-Safe-Einrichtung für eine Radstürzverändereinrichtung nach Anspruch 1 oder 7.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/009479

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003071430 A1	17-04-2003	FR 2806693 A1 FR 2819752 A1 AU 6381101 A EP 1276656 A2 JP 2003528771 T WO 0172572 A2	28-09-2001 26-07-2002 08-10-2001 22-01-2003 30-09-2003 04-10-2001
DE 876211 C	11-05-1953	FR 899622 A NL 111539 C	06-06-1945
DE 2354201 A	15-05-1975	DE 2354201 A1	15-05-1975
US 6347802 B1	19-02-2002	DE 19836440 A1 DE 59905979 D1 EP 0979769 A2 US 2002036385 A1	24-02-2000 24-07-2003 16-02-2000 28-03-2002
DE 10041200 A	21-03-2002	DE 10041200 A1 FR 2813240 A1	21-03-2002 01-03-2002
DE 10251944 A	19-05-2004	DE 10251944 A1 WO 2004041621 A1	19-05-2004 21-05-2004
DE 10249159 A	05-06-2003	DE 10249159 A1	05-06-2003
US 4895383 A	23-01-1990	JP 63263172 A DE 3813438 A1 FR 2614863 A1 GB 2203711 A ,B	31-10-1988 10-11-1988 10-11-1988 26-10-1988